BEUGESEHNENVERLETZUNGEN IM NIEMANDSLAND DER LANGFINGER

Ergebnisse von Sehnenreparationen unter besonderer Berücksichtigung der sekundären zweizeitigen freien Beugesehnentransplantation

Ulrich Bergmann

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546017_0043

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. R. Zenker

BEUGESEHNENVERLETZUNGEN IM NIEMANDSLAND DER LANGFINGER

Ergebnisse von Sehnenreparationen unter besonderer Berücksichtigung der sekundären zweizeitigen freien Beugesehnentransplantation.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ulrich Bergmann
aus
Wertheim

München 1972

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. F. L. Rueff
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. R. Zenker
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	19. 12. 1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

DISSERTATIONS– UND FOTODRUCK FRANK oHG
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

Inhaltsübersicht

A	Einleitung	1
B	Allgemeine Vorbemerkungen	3
I.	Anatomie und Pathophysiologie der Sehnen und des Sehnengleitgewebes	3
	1) Über die Sehnenheilung	4
	2) Maßnahmen zur Verhütung von Verwachsungen	6
II.	Die Versorgung verletzter Beugesehnen	10
	1) Die direkten Nähte	10
	2) Die sekundäre einzeitige Beugesehnenplastik	11
	3) Die sekundäre zweizeitige Beugesehnenplastik	12
	4) Zur Frage der Wahl des Transplantates	13
	5) Operation, Immobilisation und Nachbehandlung	14
III.	Klassifikation der Ergebnisse in der Literatur und die eigene Klassifikation	15
C	Spezieller Teil	20
I.	Die Differenzierung des Patientengutes	20
II.	Die funktionellen Ergebnisse	25
	1) Primäre und sekundäre Sehnennähte	25
	2) Sekundäre einzeitige Beugesehnentransplantationen	27
	3) Sekundäre zweizeitige Beugesehnentransplantationen	29
	4) Arthrodesen und Tenodesen, Reinsertionen	33
III.	Vergleich von Ergebnissen mit verschiedenen Transplantaten	34
IV.	Einfluß von Gefäß- und Nervenläsionen auf das Ergebnis	35
V.	Diskussion	38
D	Zusammenfassung	43
E	Literaturverzeichnis	45

A Einleitung

Die relativ häufig auftretenden traumatischen Sehnenverletzungen der Hand und die sich daraus ergebenden therapeutischen Probleme haben seit langem die Aufmerksamkeit der Chirurgen auf sich gezogen. Dies gilt insbesonders für jene Sehnenabschnitte, die in einem nicht erweiterungsfähigen Kanal, den Sehnenscheiden, verlaufen.
Wird in diesem Gebiet eine Sehne verletzt, so kommt es durch Ödembildung zu einer Volumenvermehrung der Sehne. Dies führt zur Abdrosselung der Blutversorgung des Sehnengewebes. Das Resultat ist eine Ischämie und im ungünstigen Fall eine Nekrose. Als Folge treten dann Verwachsungen auf, die zur Funktionshemmung oder gar zum Funktionsverlust führen.
Von der Funktion her werden an den Heilungsvorgang der Sehnen bestimmte Anforderungen gestellt, deren Erfüllung alleine die volle Wiederherstellung garantiert.
Als Hauptforderung gilt, daß die Sehne die volle Zugfestigkeit wiedererreichen und ihre Gleitfähigkeit wiedergewinnen muß. Während die Naht von rein technischer Natur ist, ist die Gleitfähigkeit hingegen Ausdruck eines biologischen Geschehens. Der biologische Moment kann praktisch nicht kontrolliert werden. Deshalb sind Sehnenblockierungen auf Grund von Verwachsungen die Resultate vieler Wiederherstellungsarten.
Umfangreiche Untersuchungen unter anderem von BUNNELL, MOBERG, SCHINK, MITTELMEIER und VERDAN zeigen den Zusammen-

hang zwischen Reparationsmethode und später auftretenden funktionshemmenden Verwachsungen im Gebiet der Sehnenscheiden.

Es war BUNNELL, der die Beugesehnentransplantation als festen Bestandteil in die Handchirurgie einführte. Er gab auch dem Gebiet, das von der Insertio der oberflächlichen Beugesehnen an der Mittelphalanx bis zum proximalen Ende der Sehnenscheide in der Hohlhand reicht, den Namen "no man's land", "Niemandsland". Seiner Meinung nach sollte kein Operateur, also niemand, in diesem Land, dem Gebiet der Sehnenscheiden, eine direkte Naht durchführen. Denn eine Sehnennaht in dieser kritischen Zone setzt eine verstärkte Verwachsungsinduktion.

Die meisten Handchirurgen schlossen sich der Meinung BUNNELLS an und sehen in der Beugesehnentransplantation das Mittel der Wahl. Unterschiede bestehen in der Art der Ausführung. Die einen transplantieren primär mit der Wundversorgung, die anderen sekundär nach Abheilung der Wunde. In der letzten Zeit wird auch ein zweizeitiges Vorgehen empfohlen. Hierbei wird in einer vor der eigentlichen Transplantation liegenden Sitzung zur Schaffung eines künstlichen Sehnengleitkanals eine Interimsprothese implantiert.

Um die verschiedenen Wiederherstellungsmethoden am Krankengut zu studieren, wurden die in der Zeit von 1963-1970 in der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München operativ versorgten Beugesehnenverletzungen im Niemandsland nachuntersucht.

Eine Gegenüberstellung der funktionellen Ergebnisse soll die einzelnen Reparationsarten vergleichen und bewerten.

B Allgemeine Vorbemerkungen

I. Anatomie und Pathologie der Sehnen und des Sehnengleitgewebes

Die Sehnenscheiden, die vaginae tendinum digitorum manus, beginnen über den Köpfen der Mittelhandknochen in der Hohlhand und reichen bis zur Basis der Endphalangen. Äußerlich sind die Grenzen durch die distale Hohlhandfurche und die Fingerendgelenksfalte gekennzeichnet.

Man kann die Sehnenscheiden als eine Adaptionsform betrachten, die das Gleiten in geänderter Richtung ermöglicht. Anatomisch besteht eine Sehnenscheide aus zwei Lagen Synovia. Einer visceralen, die die Sehne einhüllt, und einer perietalen, die den Fascienkanal bedeckt, durch den die Sehne gleitet. Beide Lagen sind durch eine Art Mesenterium, dem Mesotenon, verbunden. Um nicht der Reibung ausgesetzt zu sein, liegt es in Längsrichtung an der Konvexität der Sehne an. Dort befinden sich auch die meisten Blutgefäße. In den Sehnenscheiden der Finger besteht das Mesotenon aus den vincula brevis und longus. Als Reste eines ursprünglich einheitlichen Mesotendineums führen sie den Sehnen im Bereich des Mittel- und Grundgliedes Gefäße und Nerven zu.

Um ein Abstehen der Sehnen vom Gelenk und damit einen Verlust der mechanischen Wirkung zu vermeiden, sind die Synovialscheiden zwischen den Gelenken durch einen pars cruciforme vaginae fibrosae und über den Gelenken durch den pars anularis verstärkt.
Die Sehne besteht aus Sehnenfaserbündeln, die meist parallel zur Sehnenachse liegen und durch interfasciculäres Bindegewebe zusammengehalten werden. Die Sehnenfasern flechten sich spiralig zusammen und bestehen aus Fibrillen. Im Bereich der Sehnenscheiden werden die Sehnen durch die vinculae nur schlecht durchblutet. Die Sehnenfaserbündel werden durch Lymphdurchflutung auf dem Wege der Saftspalten versorgt.

1) Über die Sehnenheilung

Jede verletzte Sehne schwillt durch Ödembildung an. Durch den Druckanstieg innerhalb der Sehnenscheiden werden in den vinculae tendinum Gefäße abgedrosselt. Hieraus resultiert eine Ischämie, die zur Vernarbung des Gleitgewebes und somit zum klinischen Bild der Tenodese führt. (SCHINK)
Da die Sehnenzellen selbst in keinem nennenswerten Maß zur Regeneration befähigt sind, und die spärlichen intratendinösen Gefäße sich nach der Verletzung gewöhnlich zurückbilden, wird der Reparationsvorgang fast ausschließlich von dem Mesenchym des gefäßreichen Gleitgewebes getragen. Die von den Gleitlagern ausgehende Revascularisation der Sehnenenden bedingt eine fibröse Verwachsung

der Sehne mit der sie umgebenden Sehnenscheide. Nach dem mit der Heilung verbundenen Resorptionsvorgang zeigt die Sehnenoberfläche eine innige Vernarbung.

Der Vorgang des Zusammenwachsens zweier durch Sehnennaht aneinandergelagerten Sehnenenden wurde unter anderem von BUNNELL, SCHINK, und HEINEMANN im histologischen Bild verfolgt.

In der ersten Woche werden die Enden bei einer zunächst spindelförmigen Aufschwellung durch eine fibroblastische Proliferation verbunden. Diese Auftreibung geht an der Vereinigungsstelle mit dem umgebenden Gewebe, dem Mesenchym des Sehnengleitlagers, eine Verbindung ein. In der zweiten Woche wachsen Sehnenfasern und Sehnenzellen in die Aufschwellung und überbrücken den Defekt. Erst ab der dritten Woche erhält die Nahtstelle durch Einwachsen kollagener Fasern eine gewisse Festigkeit. Die vierte Woche ist die Woche der Lösung. Schwellung und Vascularisation gehen zurück. Die Lösung der Sehne von dem umgebenden Gewebe läßt bereits eine gewisse Gleitfähigkeit zu.

Oft bestehen aber noch Verwachsungen innerhalb der Sehnenscheiden, die zu einer Funktionseinschränkung oder gar zum Funktionsverlust der reparierten Sehne führen. Hier liegt das Hauptproblem der Beugesehnenchirurgie im Niemandsland.

2) Versuche und Maßnahmen zur Verhütung von Verwachsungen

MITTELMEIER zeigt in einer Arbeit die bisherigen Versuche zur Verhütung der posttraumatischen und postoperativen Sehnenverwachsungen auf. Nach seinen Ausführungen stehen an erster Stelle der Verwachsungsverhütung allgemeinchirurgische Maßnahmen, wie Vermeidung einer Wundinfektion und die Forderung nach gewebeschonendem Operieren.
Nach SCHINK begünstigen folgende Faktoren eine Infektion: tiefe Wundtaschen, Gewebespannungen, hoher Nahtmaterialverbrauch, Gewebsabschnürungen, Hautnähte über dem Transplantat, Wundverschluß bei ungenügender Blutstillung, Austrocknung des Gewebes und zu lange Operationsdauer.

Die "Atraumatische Operationstechnik" von BUNNELL wird heute von allen Handchirurgen angewendet. Ihre Grundzüge sind: Die Operation darf nur in Blutleere durchgeführt werden. Die Hautschnitte sollen abseits des Sehnenverlaufs liegen und unter Verwendung der Tunnelierungstechnik kleingehalten werden. Nur mit stumpfen Instrumenten darf die Sehne gefaßt werden. Mit reizlosem Material (Draht oder Mersilen) soll eine schnürungslose Naht gelegt werden. Das Operationsgebiet wird durch Berieselung mit physiologischer Kochsalzlösung bzw. Ringerlösung feucht gehalten. Am Ende der Operation soll nach Eröffnung der Blutleere eine sorgfältige Blutstillung erfolgen. Je nachGröße und Umfang der Operation darf eine Drainage nicht fehlen. Trotz Befolgung dieser Grundsätze muß bei der Wiederherstellung verletzter Sehnen noch mit vielen ungünstigen Ergebnissen gerechnet werden.

Neben den allgemeinchirurgischen Maßnahmen wandelten sich im Laufe der Zeit die Techniken und Methoden, um die Funktion der verletzten Beugesehne wiederherzustellen. Zuerst benutzte man die direkte Sehnennaht. Bei Verletzung von beiden Beugesehnen wurde von einigen Autoren (M.LANGE,A.N. WITT, MOBERG, BUNNELL, ISELIN) unter Exstirpation der Superficialissehne allein die Naht der Profundussehne gefordert. Hierdurch konnte die Verwachsungstendenz der Nahtstelle gemindert werden.
Neue Aspekte brachte die Sehnentransplantation.
Die ersten Berichte von Sehnenverpflanzungen stammen vom Ende des 19. Jahrhunderts. Hier gab die Sehnenverpflanzung die Möglichkeit der Wiederherstellung bestimmter Funktionen bei Lähmungsfolgen (NICOLADONI,VULPIUS,BIELSALSKI).
Es war BUNNEL, der die Beugesehnentransplantation als festen Bestandteil in die Handchirurgie einführte. Er resezierte beide Beugesehnen und ersetzte sie durch ein freies Sehnenstück. Hierdurch wurde die verwachsungsfördernde Nahtstelle aus dem Sehnenscheidenbereich herausverlegt. Mit dieser Methode konnte er bessere Ergebnisse erzielen als mit der direkten Naht. Auch andere Handchirurgen hatten damit gute Erfolge (LITTLER, PULVERTAFT, JAMES, MOBERG, BOYES, BÖHLER, TITZE, und ZRUBECKY).
ISELIN und VERDAN blieben bei der direkten Naht, da sie das freie Transplantat für nekrobiotisch halten.
Die Resektion der Sehnenscheiden bis auf ein oder zwei Ringbänder wird von allen Handchirurgen ausgeführt.
Nach A.N. WITT erhält die Sehne im Fettgewebe eine bessere Ernährung und eine bessere Verschieblichkeit.

Eine große Streitfrage ist der Zeitpunkt der Mobilisation nach der Operation. Die einen Autoren (F. LANGE, M. LANGE, PULVERTAFT und A.N. WITT) vertreten die Auffassung, daß durch eine frühzeitige Mobilisation, das Wäre eine Woche post operationem, dic durch granulomatöse Verwachsungen entstandenen Adhäsionen wenigstens zum Teil verhindert werden können. Die Frühmobilisation wird von Arbeiten von M. LANGE und HESSE unterstützt, wonach Bewegung die Sehnenzellregeneration anregt. MASON und ALLEN fanden aber, daß die Nahtstellen frühmobilisierter Sehnen nicht stärker sind als die bei ruhiggestellten. In ihrer Untersuchung stellten sie vielmehr eine stärkere Verwachsung der frühmobilisierten Sehne mit dem sie umgebenden Gewebe fest. Auf die biologischen Heilungsvorgänge aufbauend fordert BUNNELL die Spätmobilisation drei Wochen post operationem. Sie wird auch vertreten von MASON, KELLY, SCHINK, NIGST, STRELI, BUCK-GRAMCKO und anderen.

MITTELMEIER konnte in Tierversuchen nachweisen, daß die frühe Bewegung im Wundgebiet das besonders reizempfindliche Granulationsgewebe zur Exsudation, Blutung und Proliferation anregt, und dadurch Verwachsungen und Vernarbungen gefördert werden. BUCK-GRAMCKO spricht von einer unumgänglichen "physiologischen Vernarbung", die während der Heilungsphase auftritt. Denn der Heilungsvorgang der verletzten Sehne ist im wesentlichen von der mesenchymalen Leistung des Sehnengleitlagers abhängig.

Die Streitfrage um den Mobilisationstermin wurde von REHN entschärft. Er stellte fest, daß eine absolute

Ruhigstellung der Sehne unmöglich ist, da der Muskeltonus selbst im fixierenden Verband ständig vorhanden ist, und zu gröberen willkürlichen Muskelkontraktionen führt.

Weitere biologische und mechanische Versuche der Verwachsungsverhütung seien noch erwähnt. Von JAMES wurde vorgeschlagen, die Verwachsung durch Hemmung des Mesenchyms mit katabolen Hormonen wie ACTH oder Cortison zu verhindern. BUCK-GRAMCKO versuchte es mit der lokalen Anwendung des Proteinaseninhibitors Trasylol ^{R}. Er konnte aber damit keine Veränderung der Verwachsungsneigung feststellen.

Schon früh begannen die Versuche, die Adhäsionen der Sehne mit dem umgebenden Gewebe durch Gewebs- und Fremdstoffinterpositionen zu verhindern. Ziel dieser temporären Umscheidung der Sehne war es, auf künstliche Weise eine Sehnenscheide zu schaffen. Als Interpositionsstoff wurden unter anderem Metalle, Cellophan und Polyäthylen verwendet. Zuletzt wurde eine Milliporemembran benutzt. Interessant ist die Aussage von BUCK-GRAMCKO über die Interposition von Millipore. Er meinte, daß der Wert von Millipore in der bei der Entfernung der Membran gleichzeitig durchgeführten operativen Tenolyse liege. Mit allen diesen Methoden konnte das Problem der Sehnenverwachsungen auch nicht gelöst werden.

Die Weiterentwicklung der Interpositionsplastiken ist die temporäre Implantation eines Silikon-Kautschuk-Schlauches. Auf diese Methode der zweizeitigen Beugesehnentransplantation wird später noch ausführlicher eingegangen.

Zuletzt sei noch von Versuchen, die SEIFFERT mit in Cialit konservierten allogenen Sehnentransplantaten durchführte, berichtet. Er konnte nachweisen, daß so konservierte Sehnenstücke ihre Antigenität verlieren, und somit die Verwachsungstendenz geringer ist.

II. Die Versorgung verletzter Beugesehnen im Niemandsland

Wohl in keinem Gebiet der Chirurgie gibt es so viele Methoden und Techniken wie in der Sehnenchirurgie der Hand. Es würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, wollte man alle Techniken aufzeigen. Deshalb sollen nur die Operationstechniken skizziert werden, wie sie in der letzten Zeit in der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München durchgeführt wurden.

1) Die direkten Sehnennähte

Die primären und sekundären Sehnennähte im Niemandsland der Langfinger wurden grundsätzlich nur bei optimalen Wundverhältnissen bzw. bei nur geringgradigen Verwachsungen durchgeführt.

Als Nahttechnik dienten die versenkte Schnürsenkelnaht nach DYCHNO-BUNNELL, die ausziehbare Drahtnaht nach BUNNELL und die Drahtnaht nach LENGEMANN.

Diese erfüllen alle die Forderungen, die man an eine verläßliche Sehnennaht stellen muß. Die Sehnenstümpfe werden vollständig adaptiert. Das Nahtmaterial setzt durch die weitgehende Verlagerung in das Sehneninnere nur geringfügige Traumen an der Sehnenoberfläche. Schließlich

gewährleisten diese Nähte eine genügende Festigkeit, ohne das Sehnengewebe abzuschnüren.
In einem Fall wurde die Blockierungsnaht nach VERDAN benutzt. Dabei wird die Sehne zur Adaption gebracht und mit zwei Stahlnadeln blockiert.

2) Die sekundäre einzeitige Beugesehnenplastik

Bei der sekundären einzeitigen Plastik wird die Wundheilung abgewartet und erst einige Wochen nach der Verletzung operiert. Sie wird einzeitig, d.h. in einer Sitzung vorgenommen.
Hierbei wird wie folgt vorgegangen: Nach Eröffnung der Hohlhand und Freilegung des Sehnengleitlagers wird die Sehnenscheide unter Belassung von ein oder zwei Ringbändern reseziert. Danach werden die beiden distalen Sehnenstümpfe entfernt, und zwar wird die Profundussehne direkt an ihrer Ansatzstelle abgetrennt. Von den beiden Schenkeln der Sublimissehne wird ein Stumpf stehengelassen, um eine Hyperextension im Mittelgelenk zu vermeiden (Schwanenhalsdeformität). Der proximale Sublimisstumpf wird abgeschnitten. Danach wird das entnommene Transplantat im Bereich der m. lumbricales mit der Durchflechtungsnaht nach PULVERTAFT mit dem proximalen Profundusstumpf anastomosiert. Das Transplantat wird nun durch die belassenen Ringbänder hindurchgezogen und distal an der Basis der Endphalanx transossär und transungueal in nötiger Spannung mit dem Ausziehdraht nach BUNNELL inserriert. Nach subtiler Blutstillung erfolgt der Wundverschluß.

3) Die sekundäre zweizeitige Beugesehnenplastik

Sie wird in zwei Sitzungen durchgeführt. In der ersten Sitzung werden die Sehnenscheiden und die vernarbten Sehnenstümpfe exstirpiert und ein Silikon-Kautschuk-Schlauch durch die belassenen Ringbänder hindurch in der Länge des späteren Transplantates implantiert. Nach etwa sechs Wochen wird die eigentliche Transplantation vorgenommen. Hierbei werden nur die Enden des Silikonschlauches freigelegt. Durch den Schlauch wird ein Faden gezogen, an dem das Transplantat befestigt ist. Nach dem Herausziehen der Interimsprothese wird das proximal nach PULVERTAFT anastomosierte Transplantat mit dem Faden durch den künstlich geschaffenen Sehnengleitkanal gezogen und distal transossär und transungueal mit dem Ausziehdraht von BUNNELL inseriert.

Die Methode der zweizeitigen Beugesehnenplastik eignet sich besonders bei den Verletzungsgeschädigten, bei denen durch eine Infektion oder durch eine schwere Gewebsschädigung die Sehne und das Sehnengleitgewebe sich zu einem schlecht durchblutetem Narbengewebe umgewandelt haben. Um in diesen Fällen wieder eine Gleitfähigkeit zu erreichen, ist die Schaffung einer künstlichen Sehnenscheide vor der Durchführung der eigentlichen Transplantation angezeigt. Histologische Untersuchungen ergaben, daß sich an der Grenzschicht des implantierten Silikonschlauches ein richtiges Deckepithel gebildet hat. (ASHELY, BÖHLER, SCHINK)

Das Kunststoffimplantat wird

von der Umgebung toleriert. Es muß aber darauf geachtet werden, daß der Silikonschlauch frei von Talkum und Gewebsfasern ist.
BUCK-GRAMCKO, GELDMACHER, PIEPER und A. WILHELM haben in der letzten Zeit wiederholt auf diese Methode hingewiesen.

4) Zur Frage der Wahl des Transplantates

SALOMON, HUECK und HESSE konnten in Tierversuchen nachweisen, daß Verwachsungen um so sicherer erfolgen, je bindegewebsreicher das verpflanzte Sehnenstück ist. Daher sollen, da scheidenlose Sehnen bindegewebsreicher sind, eingescheidete, also bindegewebsarme Sehnen als Transplantat Verwendung finden. SCHINK und andere fanden in Untersuchungen zum Verlauf der thermischen Kontraktion, daß distale Sehnenanteile verwachsungsgefährdeter sind als proximale.
Da ein freies Sehnentransplantat zunächst nur duch Diffusion aus den umgebenden Gewebesäften ernährt wird, bleibt die Sehnenoberfläche am Leben, während es im Zentrum des Transplantates zu Nekrosen kommen kann (BUNNELL, HEINEMANN, BERGLJING). Aus dieser Sicht ist der Wunsch nach einem dünnen Transplantat verständlich. Als autologe Transplantate kommen in Frage: Die Sehne des m. palmaris longus, des m. plantaris, der Zehenstrecker der 2.-4. Zehe und die der m. flexores superficiales digitorum. Von den meisten Handchirurgen wird soweit wie möglich die Sehne des m. palmaris longus benutzt. Diese fehlt in etwa 20%. Um ihn zu gewinnen ist es nötig, wie bei der Sehne des m. plantaris und den Sehnen der Zehenstrecker, ein zweites Operationsfeld zu legen.

Obwohl die oberflächlichen Beugesehnen der Finger allgemein als Transplantate als nicht geeignet erachtet werden, konnte ZRUBECKY im Vergleich zur Verwendung der Sehne des m. palmaris longus gleichwertige Ergebnisse erzielen. Die oberflächlichen Beugesehner haben als Transplantat den Vorteil, daß bei ihrer Gewinnung kein neues Operationsfeld eröffnet werden muß.
Mit homologen Transplantaten hatte SEIFFERT in der letzten Zeit günstige Erfolge. Er benutzt, wie bereits erwähnt, in Cialit konservierte Sehnentransplantate.

5) Operation, Immobilisation und Nachbehandlung

Die Sehnenoperationen der Hand werden alle in Vollnarkose bzw. in Plexusanästhesie mit der "Atraumatischen Technik" im blutleeren Operationsfeld durchgeführt.
Es werden zwei Arten von Hautschnitten angewendet. Der medio-laterale an der Seite des Fingers liegende Hautschnitt gibt die Gewähr, daß die Fingernerven geschont werden. Von BRUNER wurde der VW-Schnitt empfohlen. BRUNER und PIEPER stellten fest, daß die Zick-Zackführung der Hautschnitte trotz Überkreuzung der Sehne zu keiner Verwachsung führt. Bei beiden Schnittführungen werden die Beugefalten nicht überkreuzt. Die Hohlhand wird bogenförmig eröffnet.
Als Nahtmaterial dient polyfiler Stahldraht und Mersilen. Bei Hämatomneigung wird eine Redondrainage eingelegt. Zur Verhütung und Beseitigung von Schwellungen wird eine entsprechende antiphlogistische Medikation angesetzt. Durch

eine dorsale Gipslongette wird die Hand im Durchschnitt drei Wochen immobilisiert. Der Ausziehdraht wird nach ca. vier Wochen entfernt.

Nach der Gipsentfernung beginnt eine krankengymnastische Nachbehandlung, die im Durchschnitt vier bis sechs Wochen dauert. In der ersten Woche werden leichte Griffe geübt. Danach beginnen regelmäßige, aktive Bewegungsübungen, bei welchen Gelenk nach Gelenk mit steigender Kraft gebeugt werden. Nach etwa sechs Wochen post operationem ist eine Einschränkung der Bewegungsintensität nicht mehr notwendig. Forcierte Streckübungen sind jedoch erst nach Ablauf von weiteren zwei Wochen gestattet, um einen Riß der Sehne an der proximalen Nahtstelle nicht zu provozieren.

III. Klassifizierung der Ergebnisse in der Literatur und die eigene Klassifizierung

In der Literatur findet man die verschiedensten Angaben über die Klassifizierung der funktionellen Ergebnisse nach Beugesehnenoperationen. Eine international anerkannte Bewertungsskala gibt es nicht.

Die meisten Verfahren, vor allem die aus dem angelsächsischen Raum, beruhen auf der Messung des linearen Abstandes der Fingerkuppen von der distalen Hohlhandfalte. Die allgemeine Abkürzung hierfür ist FKHA. Da dieser Abstand von der Größe der Hand abhängig ist, bezeichnet ein bestimmter Wert beim Kinde ein schlechteres Ergebnis als beim Erwachsenen. Deshalb meint TITZE, daß man nicht

ausschließlich die lineare Messung zugrunde legen, sondern die Gesamtfunktion der Hand berücksichtigen sollte. LINDSAY ergänzt die Messung des FKHA, indem er zusätzlich die Summe der Bewegungsgrade der einzelnen Fingergelenke, die zusammengesetzte Beugung, in die Wertung einbezieht. Die Streckhemmung mißt ZRUBECKY am Abstand der Fingerspitzen von der Handrückenebenenlinie. MILLER mißt die Bewegungsgrade der Interphalangealgelenke.

In folgender Aufstellung von Klassifikationen einiger Autoren sind die Unterschiede im Bewertungsmaßstab zu ersehen. Zum Beispiel hält KELLY einen FKHA bis 3,75cm für ein gutes Ergebnis. Bei ZRUBECKY liegt die Grenze bei 3 cm; BOYES, WHITE und SEIFFERT bei 2,5 cm.

TITZE und KOGGE haben einen strengeren Maßstab. Sie halten einen FKHA von 1 cm bzw. 1,5 cm für ein gutes Resultat. Ähnliche Unterschiede bestehen in der Beurteilung der Streckhemmung. Bei KELLY, VERDAN und MICHON ist eine Messung der Streckhemmung überhaupt nicht zu finden. Nach ihrer Klassifikation würde eine starke Beugekontraktur ein gutes Ergebnis bezeichnen. SEIFFERT macht keine genauen Angaben über den Streckdefizit. Von ISELIN und MOBERG waren in der Literatur keine genauen Klassifizierungsangaben zu finden.

Die Bewertungsskala ist bei den verschiedenen Autoren anders unterteilt. KELLY hat drei, BOYES, WHITE, ZRUBECKY und TITZE vier, VERDAN, KOGGE und SEIFFERT haben fünf Bewertungsstufen.

Die verschiedenen Klassifizierungen in der Literatur

nach KELLY:

sehr gut	gut	schlecht
FKHA: bis 1,27cm	bis 3,75cm	über 3,75cm

nach BOYES (modifiziert nach LINDSAY):

ausgezeichnet	gut	ausreichend	schlecht
FKHA: bis 1,27cm	bis 2,54cm	bis 3,81cm	über 3,81cm
zusammenges.Beugung:			
bis 200°	180-200°	150-180°	unter 150°

nach WHITE (modifiziert nach BOYES):

ausgezeichnet	gut	ausreichend	schlecht
FKHA: bis 1,27cm	bis 2,54cm	bis 3,81cm	über 3,81cm
Steckverlust: 0°	30°	40°	mehr als 40°
zusges. Beug.200°	180°	150°	unter 150°

nach ZRUBECKY (in Anlehnung an KELLY und MILLER):

sehr gut	gut	mittel	schlecht
FKHA: 0 cm	bis 3cm	über 3cm	im EG u. MG nur
Steckverlust: 1cm	bis 3cm	über 3cm	Wackelbewg.möglich
Fingerkuppen/Handrückenebenenabstand			

nach TITZE (modifiziert nach BOYES und LINDSAY):

sehr gut	gut	ausreichend	schlecht
FKHA: 0 cm	bis 1cm	bis 4cm	nutzloser und
Streckverlust: als Fingerkuppen/Handrückeneb.abst.			störender Finger
nur im EG spurweise	2-3cm	4cm	

nach VERDAN und MICHON:

Gruppe I : Fingerkuppenberührungspunkt/dist.Hohlhandfurche bis2,5cm

Gruppe II : " " über2,5cm

Gruppe III: Fingerkuppen/Hohlhandabst. in der Vertikalen bis2,5cm

Gruppe IV : " " " über2,5cm

Gruppe V : unbefriedigendes Resultat

nach KOGGE (in Anlehnung an BOYES):

sehr gut :vollkommen normale Beweglichk., restitutio ad integrum

gut :geringe Bewegungseinschränkung, FKHA bis 1,5cm

befriedig.:mittlere " , FKHA bis 2,5cm

mäßig :stärkere " , FKHA bis 4,0cm

schlecht :funktionsuntüchtig , FKHA über4,0cm

nach SEIFFERT (in Anlehnung an VERDAN und MICHON):

sehr gut :keinen FKHA, keine wesentliche Streckhemmung

gut :FKHA 2,5cm, geringe Streckbehinderung

ausreichend:FKHA bis 2,5cm, stärkere Streckhemmung, gute Beugefähigkeit des prox. Interphalangealgelenkes

schlecht :starke Streck-oder Beugekontraktur des Fingers

Mißerfolg :keine Beugefunktion des Interphalangealgelenkes

Fußend auf den Meßverfahren von BOYES, LINDSAY und WHITE ist folgende Klassifikation modifiziert. Um besonders die nicht befriedigenden Resultate zu erfassen, wurden die Ergebnisse in sechs Stufen unterteilt.

Eigene Klassifizierung

sehr gut : vollkommen normale Beweglichkeit,
keinen FKHA, Streckverlust nur im Endgelenk
höchstens 10^{o}, zusammengesetzte Beugung über 210^{o}

gut : geringe Bewegungseinschränkung,
FKHA bis 1,5cm, Streckverlust bis 30^{o}
zusammengesetzte Beugung mehr als 200^{o}

befriedigend : mittlere Bewegungseinschränkung,
FKHA bis 2,5cm, Streckverlust bis 30^{o}
zusammengesetzte Beugung mehr als 180^{o}

ausreichend : stärkere Bewegungseinschränkung,
FKHA bis 4cm, Streckverlust bis 40^{o}
zusammengesetzte Beugung mehr als 160^{o}

schlecht : sehr starke Bewegungseinschränkung,
FKHA über 4cm, Streckverlust mehr als 40^{o}
zusammengesetzte Beugung weniger als 160^{o}

Mißerfolg : nutzloser und störender Finger,
keine Funktion oder nur geringe Wackelbewegungen
im Mittel- und Endgelenk möglich.

C Spezieller Teil

In der Zeit von 1963 - 1970 wurden in der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik der Universität München 149 Personen mit insgesamt 180 Sehnenverletzungen im Niemandsland der dreigliedrigen Finger operativ versorgt. Von diesen konnten an 105 Patienten 132 Fälle nachuntersucht werden. In folgender Tabelle sind die Versorgungsarten aufgeschlüsselt.

	alle operierten		davon nachuntersucht	
	Fälle	Personen	Fälle	Personen
Primäre Sehnennähte	2	2	1	1
Sekundäre Sehnennähte	8	8	8	8
Sek. einzeitige Plast.	36	30	28	24
Sek.zweizeitige Plast.	124	99	85	62
Reinsertionen	8	8	8	8
Arthrodesen	2	2	2	2
insgesamt	180	149	132	105

I. Differenzierung des Patientengutes und der Verletzungen

Das Überwiegen des männlichen Geschlechts ist wohl durch die größere Anzahl der Arbeitsunfälle bedingt. In unserem Patientengut befanden sich 121 (81,2%) Männer und 28 (18,8%) Frauen einschließlich der Kinder.

Von einigen Handchirurgen wird auf den Zusammenhang zwischen Alter der Patienten und der Sehnenheilung hingewiesen. Hier spielt, wie in der ganzen Chirurgie, das Bindegewebsalter (Kollagenlöslichkeit) eine große Rolle. Speziell bei den Sehnen und dem Sehnengleitgewebe läßt die Regenerationsfähigkeit im

Alter nach. Die Ursache liegt in der Abnahme der Durchblutung des betreffenden Gewebes, die schon am Anfang des dritten Dezenium vermindert ist und zu degenerativen Verfettungen des Sehnengewebes führen kann. (SCHNEIDER) Daher sollte man bei der Festlegung des operativen Vorgehens bei Sehnenverletzungen das Alter der Patienten berücksichtigen. Das sechste Dezenium wird im allgemeinen als Grenze der Wiederherstellungsoperation angegeben. Eine Indikationsbeschränkung im Kindesalter ist nicht angegeben. A.N. WITT und MOBERG weisen sogar darauf hin, daß in diesem Alter die Operationsergebnisse besonders günstig sind.

Die Altersverteilung unseres Patientengutes während der Operationszeit zeigt folgende Tabelle.

Alter	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-70
Patienten	8	22	49	42	18	9	1
Prozent	5,3	14,7	33,0	28,4	12,0	6,0	0,6

Es tritt eine Häufung im dritten und vierten Dezenium auf. Untersuchungen anderer Autoren (KOGGE und KELLY) zeigen eine ähnliche Altersverteilung. Eine verhältnismäßig große Beteiligung der 10-20jährigen, die KOGGE mit dem Beginnen einer ungewohnten manuellen Tätigkeit erklärt, ist aus unserem Patientengut nicht zu ersehen.

Eine Aufteilung der Berufe unserer Patienten ist von arbeitssozialem und berufsgenossenschaftlichem Interesse. Die Tabelle zeigt ein Überwiegen der Berufsgruppen, die vorwiegend eine

manuelle Tätigkeit ausüben. Man kann deren Verletzungen als berufsspezifisch ansehen. In diesen Fällen waren meist Handwerkzeuge die Verletzungsgegenstände. In der Berufsgruppe Angestellte sind die nicht so zu Handverletzungen prädestinierten Berufe zusammengefaßt. Bei diesen besteht meist kein direkter Zusammenhang zwischen Beruf und Verletzung, da sie sich überwiegend im Haushalt und beim Hobby ereigneten. Unter der Gruppe Handwerker wurden auch Fabrik- und Maschinenarbeiter eingeordnet.

Einteilung der Patienten nach Berufsgruppen:

Handwerker	28	18,7%	Landarbeiter	12	8,0%
Angestellte	22	14,5%	Hausfrauen	9	6,0%
Metzger	20	13,3%	Gastgewerbe	7	4,5%
Bauarbeiter	20	13,3%	Kinder unter 6 Jhr.	6	4,0%
Schüler,Studenten	13	8,7%	Sonstige	12	8,0%

Weiter sei die Unfallart aufgeschlüsselt. Wie zu erwarten ist, ereigneten sich 54% der Verletzungen am Arbeitsplatz. Unter Zivilunfällen wurden Unfälle im Haushalt und bei einer Freizeitbeschäftigung zusammengefaßt. Der eine Patient, der unter Sportverletzungen eingeordnet ist, schnitt sich die Beugesehne an der Kufe eines Rodelschlittens durch. Bei den acht Verkehrsverletzungen waren vier Patienten, die sich beim Anschieben eines Autos an der Kante der Stoßstange verletzt hatten.

Einteilung der Unfallarten:

Arbeitsunfälle	82	54,8%	Verkehrsunfälle	8	5,4%
Zivilunfälle	58	39,1%	Sportunfälle	1	0,7%

Ein sehr wichtiger Punkt für die Indikationsstellung, die Prognose und den Heilverlauf einer Sehnenläsion ist der Unfallmechanismus. - Verletzungen mit größeren Sehnen- und Hautdefekten haben eine schlechtere Heilungsprognose als einfache Schnittverletzungen. Zur Frage der Wiederherstellungsart muß der Verletzungsort und das Verletzungsausmaß berücksichtigt werden. Bei einer glattrandigen Schnittverletzung wird man sich eher zu einer primären Sehnennaht entschließen können als bei einer großflächigen Kreissägenverletzung. Nebenverletzungen sind meist bei Quetschungen und Sägeverletzungen zu finden. Als Nebenverletzungen sind Knochenfrakturen, Nerven- und Gefäßläsionen und Hautdefekte zu verstehen. Ihr Ausmaß und ihre Versorgung beeinflußen das Behandlungsergebnis in hohem Maße.
In folgender Tabelle stehen die Schnittverletzungen mit 67% an der obersten Stelle der Unfallmechanismen. Hiervon war in 45,2% der Fälle das Messer das Unfallinstrument. Unter Sonstiges wurden Schnittverletzungen an Gegenständen mit scharfen Kanten eingeordnet.

Einteilung der Unfallmechanismen:

Schnittverletzungen	106	67%	davon: Messer	48	45,2%
			Glas	41	38,8%
			Sonst.	17	16,0%
Sägeverletzungen	23	16,5%			
Quetschverletzungen	11	7,5%			
Rupturen	5	3,4%			
Bohrverletzungen	3	2,2%			
Bißverletzungen	1	0,7%			
Panaritium	1	0,7%			

Die bei der Nachuntersuchung bzw. aus den Krankengeschichten erfaßten Nebenverletzungen ergaben in 23 Fällen eine Nervenläsion der Fingernerven und in 14 Fällen Frakturen der Phalangen.

Ein Körperseitenvergleich der Sehnenverletzungen des Patientengutes ergab ein leichtes Überwiegen der rechten Seite. In 100 Fällen (55,5%) wurden Beugesehnenverletzungen an der rechten Hand und in 80 Fällen an der linken Hand festgestellt. Auch bei anderen Autoren (KOGGE, SCHARIZER, BOYES und TITZE) besteht eine annähernd gleichmäßige Verteilung auf beiden Händen.

Einteilung der Verletzungen nach Finger und nach Körperseite:

Finger	rechts	links	Summe
Zeigefinger	21	20	41 = 22,8%
Mittelfinger	24	18	42 = 23,4%
Ringfinger	24	20	44 = 24,4%
Kleinfinger	31	22	53 = 29,4%
Summe	100	80	180 =100,0%

Die Tabelle zeigt, daß Zeige-, Mittel- und Ringfinger in fast gleichem Maße verletzt wurden. Die Zahl der Verletzungen des Kleinfingers ist um einen geringen Prozentsatz höher als die der übrigen Finger.

II. Die funktionellen Ergebnisse

Zur Ermittlung der funktionellen Ergebnisse wurden bei der Nachuntersuchung die in der Klassifizierung erwähnten Meßmethoden angewendet. Mit dem Winkelmesser wurden die Bewegungsausmaße der Interphalangealgelenke bei Beugung und Steckung gemessen. Der Fingerkuppen-Hohlhandabstand wurde mit der linearen Messung ermittelt. Hierbei wurde der FKHA bei versuchtem Faustschluß von einem in der distalen Hohlhandfurche senkrecht aufgesetzten Maßlineal abgelesen. Ferner wurde die Muskelkraft der Fingerbeuger gegen maximalen und geringen Widerstand gemessen. Die Sensibilität wurde mit der Prüfung des Zweipunkte-Unterscheidungsvermögens nach WEBER untersucht. In einigen Fällen wurde zur Objektivierung der Ninhydrintest nach MOBERG angewendet. Die Durchblutungsverhältnisse am Finger wurden durch Seitenvergleich der Hauttemperatur, -färbung und -fältelung begutachtet.

1) Die Ergebnisse der primären und sekundären Sehnennaht

Eine von den beiden durchgeführten primären Beugesehnennähten im Niemandsland konnte nachuntersucht werden. Es handelte sich um eine 35jährige Patientin, die sich beide Beugesehnen über dem Mittelgelenk durchschnitten hatte. Die Verletzung

wurde ambulant mit der Durchkreuzungsnaht nach DYNCHO-BUNNELL versorgt. Bei der Nachuntersuchung drei Wochen post operationem wurde ein FKHA von 1,5cm gemessen. Im Endgelenk war das Bewegungsausmaß nur 40°. Nach der Klassifizierung ist es ein gutes Resultat.

Alle acht sekundären Beugesehnennähte im Niemandsland konnten nachuntersucht werden.

Die Ergebnisse teilen sich wie folgt auf:

sehr gut	0
gut	4
befriedigend	2
ausreichend	0
schlecht	1
Mißerfolg	1

Unter den Fällen, die ein gutes Resultat zeigten, war der jüngste Patient. Es war ein zweijähriger Patient, der sich beide Beugesehnen des linken Mittelfingers über dem Mittelgelenk an einer Milchkanne durchschnitten hatte. Das Ergebnis der sekundären Naht war ein FKHA von 1cm bei einem Streckdefizit von 20° im Endgelenk. Das Alter der anderen Patienten lag zwischen 31 und 35 Jahren. Bei ihnen war nach der sekundären Sehnennaht ein FKHA von 1-1,5cm zu messen. Sie wiesen keinen Streckdefizit auf.

Die Patienten, die ein befriedigendes Ergebnis hatten,waren beide 22 Jahre alt. Sie zeigten beide einen FKHA von 2,5cm und Streckdefizite von 20-30°.

Das eine schlechte Ergebnis war bei einer 19jährigen Patientin zu finden. Bei ihr ergab die sekundäre Naht einen FKHA von 4cm

und eine stärkere Streckhemmung. Auch durch eine später durchgeführte zweizeitige Beugesehnentransplantation konnte die Funktion nicht verbessert werden.

Den Mißerfolg brachte die einzige durchgeführte Blockiernaht nach VERDAN. Ein 34jähriger Metzger hatte sich nur die tiefe Beugesehne des linken Zeigefingers durchschnitten. Der Versuch, die ausgefallene Beugung des Endgliedes wieder herzustellen, führte zu einer Kontraktur im Mittel- und Endgelenk bei einem FKHA von 7cm. Die Operation brachte eine erhebliche Verschlechterung der Funktion.

2) Die Ergebnisse der sekundären einzeitigen Beugesehnenplastik

Sie wurde in 28 Fällen durchgeführt. Dabei wurde in 20 Fällen die Sehne des m. palmaris longus, in 8 Fällen die Sehne des m. flexor superficialis als Transplantat verwendet. In folgender Tabelle sind die Ergebnisse aufgeteilt nach Fingern klassifiziert.

	Zeigef.	Mittelf.	Ringf.	Kleinf.	Summe	
sehr gut	-	-	2	-	2	7%
gut	-	3	1	2	6	22%
befriedigend	1	2	3	5	11	39%
ausreichend	-	2	1	3	6	22%
schlecht	1	-	-	2	3	10%
Mißerfolg	-	-	-	-	-	-
Fälle	2	7	7	12	28	100%

Interessant sind die beiden Fälle mit sehr gutem Ergebnis. Bei ihnen wurde vorher jeweils alio loco eine primäre Beugesehnennaht durchgeführt. Pathologisch konnte in einem Fall

ein Fadengranulom nachgewiesen werden. Eine starke Sensibilitätseinschränkung (Zweipunkte-Unterscheidungsvermögen erst ab 22mm) beeinträchtigt eines der sehr guten Ergebnisse. Dem Patienten, einem Landwirt, macht diese Gefühlseinschränkung keine subjektiven Beschwerden.

Zu den sechs guten Resultaten sei nur vermerkt, daß in zwei Fällen das Ergebnis erst nach einer später erfolgten Tenolyse erreicht wurde. In dieser Gruppe war auch ein 4jähriges Kind.

Bei den befriedigenden Ergebnissen wurde eine Schwanenhalsdeformität gefunden. In einem Fall führte erst eine Tenolyse zu einem befriedigenden Resultat. Ein Fall ist besonders interessant. Nach einer primären Beugesehnennaht alio loco wurde, da ein palmaris longus fehlte, ein lyophilisiertes Homotransplantat mit proximaler Anastomose im Handgelenksbereich eingesetzt. Danach kam es zu Verwachsungen und zum Ausriß des Transplantates an der Fixationsstelle am Endglied. Eine neue Plastik mit der Sehne des m. flexor superficialis des benachbarten Fingers als Transplantat brachte ein befriedigendes Ergebnis.

Unter den sechs Fällen, bei denen nach der einzeitigen Plastik ein ausreichendes Resultat festgestellt wurde, war ein 3jähriges Kind. Hier brachte die Operation zwar einen FKHA von 1,5cm, die zusammengesetzte Beugung betrug aber nur 160°. Bei den anderen Fällen wurde nur wenig Streckverlust aber ein FKHA bis 4cm festgestellt.

Zwei der Fälle mit schlechten Ergebnissen hatten Kreissägeverletzungen mit Haut- und Nervendefekten. Die Nachuntersuchung erbrachte bei ihnen einen FKHA zwischen 1cm und 1,5cm und eine zusammengesetzte Beugung unter 160°. Der andere Fall, eine

Splitterverletzung, wurde erst 13 Monate nach der Verletzung operativ versorgt. Das Ergebnis war ein FKHA von 4,5cm und Bewegungsausmaße im Mittelgelenk von 30° und Fixation des Endgelenkes in Funktionsstellung.

3) Die Ergebnisse der sekundären zweizeitigen Beugesehnenplastik

Die sekundäre zweizeitige Beugesehnenplastik konnte an 62 Personen mit 85 Fällen nachuntersucht werden.

Als Transplantat dienten:

Die Sehnen der musculi palmaris longus in 54 Fällen = 63%
flexor superfic. in 27 Fällen = 32%
plantaris in 3 Fällen = 4%
flexor carp.rad. in 1 Fall = 1%

	Zeigef.	Mittelf.	Ringf.	Kleinf.	Summe	
sehr gut	1	-	2	2	5	6%
gut	7	5	4	9	25	29%
befriedigend	3	5	7	6	21	25%
ausreichend	3	4	3	2	12	14%
schlecht	7	4	4	3	18	21%
Mißerfolg	2	1	-	1	4	5%
Fälle	23	19	20	23	85	100%

Interessant ist die Aufschlüsselung der Ergebnisse nach den einzelnen Fingern. Die besten Ergebnisse wurden an den beiden ulnaren Fingern festgestellt. Der Kleinfinger zeigt in 74% und der Ringfinger in 65% der Fälle ein sehr gutes bis befriedigendes Ergebnis. Danach folgen der Mittelfinger mit 52% und der Zeigefinger mit 48%.

Die vielen befriedigenden funktionellen Resultate an Kleinfingern widerspricht der Auffassung von MOBERG, daß eine Wiederherstellung der Kleinfingersehnen nicht zweckmäßig sei. TITZE und KOGGE hatten ebenfalls die besten Ergebnisse an den Kleinfingern. Bei NIGST schneidet der Kleinfinger nicht so gut ab. Im Folgenden sind unsere Ergebnisse der sekundären zweizeitigen Beugesehnenplastik näher beschrieben.

Die Unfallmechanismen bei den fünf sehr guten Resultaten waren in vier Fällen glattrandige Schnittverletzungen über dem Grundglied bzw. Grundgelenk. Der andere Fall hatte sich eine Quetschverletzung zugezogen. Das Alter der Patienten lag zwischen 13 und 30 Jahren. Interessant ist, daß bei drei Patienten, die vorher alio loco mit einer primären Sehnennaht versorgt worden waren, trotz starker, durch den vorhergegangenen Wiederherstellungsversuch bedingter Verwachsung die volle Fingerfunktion wieder erreicht wurde.

Bei den 25 Fällen mit gutem Ergebnis lag das Patientenalter zwischen 6 und 55 Jahren. Ein 6jähriger Junge wurde nach einer Quetschverletzung alio loco zuerst mit einer primären Sehnennaht versorgt. Auch eine weitere Sekundärnaht an der gleichen Klinik brachte kein brauchbares Ergebnis. Nach der zweizeitigen Beugesehnenplastik wurde bei dem Jungen ein FKHA von 0,5cm bei einem Streckdefizit von 20° im Mittelgelenk gemessen. Bei einem 27jährigen Patienten riß die auswärts sekundär genähte Sehne beim morgendlichen Recken. Die Plastik mit proximaler Anastomose im Handgelenksbereich brachte ein gutes Ergebnis. Zwei weitere Patienten waren vorher alio loco mit einer primären Sehnennaht versorgt worden. In fünf Fällen führte erst eine operative Tenolyse zu dem guten Ergebnis. Eine Schwanenhals-

deformität wurde in einem Fall festgestellt. Trotz eines FKHA von Ocm wurden zwei Resultate als gut bewertet, da bei ihnen der Streckverlust 20° bzw. 30° betrug.
Auch bei den befriedigenden Ergebnissen seien einige Fälle besonders vermerkt. Die bei einem 21jährigen Patienten alio loco durchgeführte primäre Sehnennaht riß zwei Wochen nach der Operation während der Krankengymnastik. Nach drei Monaten wurde in der gleichen Klinik eine sekundäre einzeitige Beugesehnenplastik durchgeführt, die zu Nahtgranulomen im Hohlhandbereich führten. Die wiederum nach 2 Monaten ausgeführte zweizeitige Plastik brachte zwar einen FKHA von 1,2cm, aber einen Streckverlust von jeweils 30° im Mittel- und Endgelenk. In zwei anderen Fällen war der Faustschluß möglich, der Streckverlust betrug 30° bzw. 40°. - Vier Fälle erreichten das befriedigende Ergebnis erst nach einer operativen Sehnenlösung.

Das Alter der Patienten mit ausreichendem Resultat lag zwischen 21 und 60 Jahren. Der 60jährige Patient hatte durch Kapselschädigung am Mittelgelenk eine Schwanenhalsdeformität des Zeigefingers. In zwei Fällen wurde vorher alio loco eine primäre Sehnennaht durchgeführt, die zu narbigen Verwachsungen in den Sehnenscheiden führten. In allen Fällen war der FKHA zwischen 3 und 4cm, die zusammengesetzte Beugung zwischen 160° und 180°. Operative Tendolysen brachten in zwei Fällen das Ergebnis.
Neun der 18 Fälle mit einem schlechten Ergebnis hatten durch Kreissägeverletzungen größere Haut-, Gefäß- und Nervenläsionen. In sieben dieser Fälle war eine Knochenfraktur dabei. Eine operative Tendolyse hatte bei sieben Patienten keinen Erfolg. - Trotz des schlechten Ergebnisses wurde bei einem 27jährigen Patienten, bei dem die Sehnenverletzung 12 Jahre zurück lag,

die Funktion entscheidend gebessert. Von einer Fixation des Zeigefingers in Funktionsstellung führte die zweizeitige Plastik zu einem FKHA von 5cm mit einer zusammengesetzten Beugung von 130°. Bei fünf Patienten wurde nach der Sehnenwiederherstellung zwar nur ein FKHA zwischen 0 und 2cm gemessen, die zusammengesetzte Beugung betrug aber nur zwischen 80° und 130°. Die Sensibilität war in zehn Fällen eingeschränkt.

Die einzelnen Fälle, bei denen die zweizeitige Plastik ein Mißerfolg war, sollen näher beschrieben werden.

Ein 19jähriger Patient hatte sich die Profundussehne über dem Endgelenk durchschnitten. Nach der zweizeitigen Plastik war der Finger sieben Wochen lang in Beugestellung ruhiggestellt worden. Die danach aufgetretene Beugekontraktur konnte auch durch eine Tenolyse nicht gebessert werden. Zur langen Immobilisation kam es durch ein Mißverständnis von Seiten des Patienten.

Nach der Plastik bei einem 59jährigen Patienten, der sich beide Beugesehnen über dem Mittelgelenk des Mittelfingers durchschnitten hatte, trat eine Fixation des Fingers in Funktionsstellung auf. Der Patient ließ sich später den Finger amputieren.

Ein 24jähriger Patient hatte die gleiche Verletzung wie der vorherige. Auch er ließ sich den Finger amputieren, da er im Mittel- und Endgelenk bei 180° fixiert war.

Bei einem 30jährigen Schreiner mit offener Trümmerfraktur des Mittelgliedes des Zeigefingers und Defekt beider Beugesehnen war die Sehnentransplantation nicht erfolgreich. Da der Finger in Beugestellung versteift war, wurde er im Mittelgelenk amputiert.

4) Arthrodesen, Tenodesen und Reinsertionen

Bei einer isolierten Profundussehnendurchtrennung im Fingerbereich wurde bei einem Patienten eine Tenodese mit temporärer Arthrodese nach MOBERG durchgeführt. Das Ergebnis war ein FKHA von 3cm bei fixierter Funktionsstellung des Endgelenkes. Eine Arthrodese wurde bei einem Patienten durchgeführt, dessen Kleinfinger nach einer sekundären einzeitigen Beugesehnenplastik und einer Immobilisationszeit von fünf Monaten nicht mehr aktiv gestreckt werden konnte. Da an der gleichen Hand durch eine traumatische Amputation der Zeige- und Mittelfinger verloren gingen, wurde das Mittelgelenk durch die Arthrodese bei 180^{o} fixiert. Das Ergebnis war, daß der Kleinfinger bei stark verminderter Beugekraft durch die m. lumbricales bis zu einem FKHA von 6cm gebeugt werden konnte.

Bei acht Patienten wurde eine Reinsertion durchgeführt. Dabei wurde die Profundussehne mit der Methode nach BUNNELL am Mittel- bzw. Endglied mittels Ausziehdraht inseriert. In zwei Fällen wurde die Sehne dabei im Handgelenksbereich mit der Methode nach MATEV z-förmig verlängert.
Die funktionellen Ergebnisse teilen sich wie folgt auf: Von den acht Reinsertionen zeigten zwei ein gutes, zwei ein befriedigendes, zwei ein ausreichendes und zwei ein schlechtes Resultat. Die Funktion und der Gebrauch der Hände wurde in allen Fällen gebessert. Je nach Insertionsstelle war entweder ein Streckverlust im Endgelenk oder im End- und Mittelgelenk zu verzeichnen.

III. Vergleich von Ergebnissen mit verschiedenen Transplantaten

Wie vorher bei der Frage der Wahl des Transplantates aufgeführt, eignet sich nicht jede Sehne zum Transplantat. In der folgenden Tabelle sind die Resultate der sekundären einzeitigen und zweizeitigen Beugesehnenplastiken nach den verschiedenen Transplantaten aufgeteilt.

Transpl.d.Sehne d. musculus	palm.longus		fl.superf.		plantaris	fl.carpi.rad
	Fälle	%	Fälle	%	Fälle	Fälle
sehr gut	5	7	2	6	-	-
gut	21	28	9	26	-	1
befriedigend	23	31	8	22	1	-
ausreichend	8	11	8	22	2	-
schlecht	15	20	6	18	-	-
Mißerfolg	2	3	2	6	-	-
gesamt	74	100	35	100	3	1

Es zeigt sich, daß die Sehne des m. palmaris longus als Transplantat mit 66% mehr sehr gute bis befriedigende Ergebnisse brachte als die Sehne des m. flexor superficialis digitorum mit 54%.
Da die Sehne des m. superficialis der Fingerbeuger nur in weniger als der Hälfte der Fälle, in denen die des m. palmaris longus als Transplantat diente, Verwendung fand, ist ein direkter Vergleich nur von relativem Wert. Die Ergebnisse zeigen aber, daß sie als Transplantat nicht grundsätzlich abzulehnen ist. Ihre Gewinnung ohne zweites Operationsfeld ist einfacher als die der Sehne des m. palmaris longus. Eine Bewertung der Sehnen der m. plantaris und m. flexor carpi radialis als Transplantat sind nicht möglich, das sie nur in vier Fällen verwendet worden sind.

IV. Einfluß von Gefäß- und Nervenläsionen auf das Ergebnis

Die gute Durchblutung der Finger ist von größter Wichtigkeit für die Ernährung des freien Transplantates. Ein schlecht durchblutetes Transplantat führt durch seinen nekrobiotischen Reiz in verstärktem Maße zur Granulationsinduktion und somit zu stärkeren Verwachsungen.

MOBERG hat wiederholt auf die überragende Bedeutung der Sensibilität für die Greiffunktion hingewiesen. Vor allem bei der Nachbehandlung treten bei Sensibilitätsstörungen Schwierigkeiten auf, was wiederum einen Einfluß auf das funktionelle Ergebnis zur Folge hat. BUNNELL weist auf die Wichtigkeit der Tastkörperchen der Fingerkuppe als "Auge der Finger" hin.

Zur Prüfung der Sensibilität sind bei den Nachuntersuchungen die einfacheren Teste benutzt worden. Es handelt sich hierbei um die Prüfung des Zweipunkteunterscheidungsvermögens nach WEBER. Bei diesem Test werden mit einem Tastzirkel die Berührungspunkte auf der Haut nach und nach verringert, bis eine klare Unterscheidung nicht mehr möglich ist. Der normale Wert an der Fingerkuppe, bei dem man noch zwei Punkte unterscheiden kann, liegt zwischen 2 und 4mm. Werte über 10mm entsprechen nicht mehr einer taktilen Gnosis mit Präzisionsgriff. Die Schutzfunktion ist bei einem Zweipunkteabstand bis 30mm noch gewährleistet (MOBERG, BUCK-GRAMCKO). Weitere einfache Methoden, um sich ein Bild über die taktile Gnosis zu machen, sind die Aufleseprobe und der Münztest nach SEDDON. Da diese Teste von der objektiven Sachlichkeit und der ausreichenden Intelligenz des Patienten abhängig sind, kann zur Objektivierung der Ninhydrintest nach MOBERG angewendet werden. Dieser Test beruht auf einer sympatikusabhängigen Schweißabsonderung, die nach einer Nervendurchtrennung für viele Monate

aussetzt. Nach BUCK-GRAMCKO, und wie bei eigenen Untersuchungen festgestellt wurde, ist hier lediglich ein negativer Test verwertbar. Bei länger zurückliegenden Verletzungen kann unabhängig von Intaktheit der Sensibilität die Schweißabsonderung zurückkehren.

Die Durchblutungsverhältnisse wurden nach Seitenvergleich, Hauttemperatur, -färbung und -fältelung beurteilt.

Bei 22 der 108 nachuntersuchten Patienten wurde zu dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Einschränkung der Sensibilität bzw. der Durchblutung an den Fingern festgestellt. In der folgenden Tabelle sind die Fälle mit Sensibilitäts- und Durchblutungseinschränkung in die funktionelle Bewertung eingeordnet. Gleichzeitig ist der Verletzungsmechanismus vermerkt.

Auffallend ist, daß bei den unbefriedigenden funktionellen Ergebnissen (schlecht, ausreichend und Mißerfolg) die meisten Gefühls- und Durchblutungsstörungen anzutreffen sind. Daraus läßt sich der Zusammenhang zwischen Sensibilität und Trophik und funktionellem Ergebnis leiten.

Es ist hierbei besonders darauf hinzuweisen, daß es sich in diesen Fällen meist um Sägeverletzungen handelt.

Bei sechs Patienten wurde eine Gefühlslosigkeit des verletzten Fingers festgestellt. Gleichzeitig war die Durchblutung herabgesetzt. Sie zeigten bis auf einen Fall unbefriedigende funktionelle Ergebnisse. In der Literatur (MOBERG, BUNNELL, TITZE) wird darauf hingewiesen, daß bei gefühlslosen und trophisch gestörten Fingern eine Sehnenreparation nicht indiziert ist. Bei dem Patientengut wurde in drei Fällen mit Gefühlslosigkeit und schlechter Durchblutung der Finger die Funktion gebessert. Auch aus kosmetischen Gründen war ein Versuch der Sehnenreparation angezeigt. Bei den übrigen Patienten war bei einem Zweipunkteunterscheidungsvermögen bis 30mm die Schutzfunktion gewährleistet.

Tabelle zur Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen Sensibilitätseinschränkung und funktionellem Ergebnis mit Angabe der Durchblutungsverhältnisse und der Verletzungsart

funkt. Ergebnis	Zweipunkte-Unterscheidungsverm.	Durchblutung	Verl.Art
gut:	7 mm	gut	Schnitt
	10 mm	herabgesetzt	Schnitt
5 von 31 guten	12 mm	gut	Schnitt
	gefühllos	schlecht	Säge
Ergebnissen	20 mm	gut	Schnitt
befriedigend:	20 mm	herabgesetzt	Säge
2 von 31 befr.E.	15 mm	herabgesetzt	Schnitt
ausreichend:	20 mm	gut	Schnitt
	24 mm	herabgesetzt	Schnitt
7 von 18 aus-	14 mm	herabgesetzt	Schnitt
	15 mm	sehr schlecht	Quetsch.
reichenden Er-	32 mm	herabgesetzt	Säge
	gefühllos	schlecht	Säge
gebnissen	gefühllos	herabgesetzt	Säge
schlecht:	23 mm	herabgesetzt	Schnitt
	35 mm	schlecht	Säge
6 von 21 schle.	gefühllos	schlecht	Säge
	gefühllos	herabgesetzt	Säge
Ergebnissen	gefühllos	schlecht	Schnitt
	23 mm	gut	Schnitt
Mißerfolg:	30 mm	schlecht	Säge
2 von 4 Mißerf.	14 mm	schlecht	Säge

V. Diskussion

Da an der Chirurg. Univ. Klinik München nur wenige direkte primäre und sekundäre Sehnennähte im Niemandsland der Langfinger durchgeführt wurden, ist eine vergleichende Betrachtung mit den Transplantationen nicht möglich.

Bemerkenswert ist, daß die eine von zwei primären Nähten ein gutes funktionelles Ergebnis zeigte. Bei den acht Patienten, an denen eine sekundäre Naht durchgeführt wurde, wurde 6mal ein gutes bis befriedigendes Resultat erreicht. Es sollte jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß die direkten Nähte nur bei den optimalsten Wund- und Narbenverhältnissen und bei minimaler Schrumpfung der tiefen Beugesehne zur Anwendung kamen. Obwohl nur wenige Fälle der direkten Beugesehnennaht vorzuweisen sind, zeigen die recht guten Ergebnisse, daß diese Methoden ein fester Bestandteil der Handchirurgie sind. In der Literatur können vor allem VERDAN und ISELIN gute Erfolge mit der primären Sehnennaht vorweisen.

MOBERG, BUNNELL und SCHINK konnten mit der Beugesehnenplastik weitaus bessere Resultate erreichen als mit der direkten Naht. Ihren Untersuchungen und Erfahrungen schlossen sich die meisten Handchirurgen an. Die Beugesehnentransplantation ist in der heutigen handchirurgischen Praxis das Mittel der Wahl. Auch an dem nachuntersuchten Krankengut wurde in der Mehrzahl der Sehnenverletzungen im Niemandsland die Beugesehnenplastik durchgeführt.

Die Frage stellt sich nun, ob die Plastik primär, also mit der Wundversorgung, oder sekundär nach Abheilung der Verletzungswunde durchgeführt werden soll. ZRUBECKY führte als Vorteile

der primären Plastik auf, daß eine primär endgültige Versorgung erfolgt, und durch diese Zeitersparnis eine frühzeitige Eingliederung in den Arbeitsprozeß möglich ist. Ferner werden neue Verwachsungsinduktionen, wie sie bei einer zweiten Operation erfolgen, vermieden. Dagegen, und gleichzeitig für eine sekundäre Versorgung sprechen folgende Dinge: Bei der primären Versorgung wird durch die Erweiterung der Wunde zum Aufsuchen der Sehnenenden und durch das Legen von Nahtmaterial in die Tiefe der Heilungsvorgang gefährdet. Gleichzeitig wird dabei die Infektionsbereitschaft des Gewebes erheblich heraufgesetzt. BUCK-GRAMCKO meint, daß eine primär geheilte schwere Verletzung leichter wieder herzustellen ist als eine Hand, bei der viele Maßnahmen der Wiederherstellung durchgeführt sind, die aber dann einer Infektion anheim fiel und an der wir dann ausgedehnte Vernarbungen haben, die nie mehr zu beseitigen sind. Die sekundäre Plastik kann nach glatter Wundheilung unter optimalen Bedingungen von einem erfahrenen Chirurgen ausgeführt werden.

Soll nun die sekundäre Plastik einzeitig oder zweizeitig durchgeführt werden? Die nachuntersuchten einzeitigen und zweizeitigen Plastiken ergaben verschiedene Resultate. Bei der einzeitigen Plastik wurde in 68% der 28 Fälle ein sehr gutes bis befriedigendes Resultat erreicht. In 61% der 85 Fälle, in denen zweizeitig vorgegangen wurde, ergaben sich sehr gute bis befriedigende Resultate. Bei einem Vergleich der beiden Methoden muß von der Indikationsfragestellung ausgegangen werden. Diese hängt in erster Linie von den vorgefundenen Ausgangsverhältnissen ab. Verletzungen mit schlechter Wiederherstellungsprognose wurden zweizeitig versorgt. Eine schlechte Wiederherstellungs-

prognose haben Sehnenverletzungen mit ausgedehnten Vernarbungen im Sehnenscheidenbereich oder, bzw. mit Nerven- und Gefäßdefekten, wie sie z.B. bei Kreissägeverletzungen zu finden sind. Hier wurde vor der eigentlichen Sehnentransplantation ein künstliches Sehnengleitgewebe geschaffen. Sehnenverletzungen mit günstigeren Narbenverhältnissen wurden mit der einzeitigen Sehnentransplantation versorgt. Da die Ausgangsverhältnisse der beiden Methoden nicht die gleichen waren, ist eine wertende Gegenüberstellung nicht möglich. Die einzeitigen und zweizeitigen Plastiken sollten je nach Schweregrad der Verletzung Verwendung finden.

Ein Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen anderer Autoren ist schwierig, da es, wie vorher schon ausgeführt, keine international einheitliche und anerkannte Klassifizierung zur Beurteilung der funktionellen Ergebnisse gibt. In der folgenden Tabelle wurde der Versuch unternommen, die sehr guten und guten Ergebnisse von sekundären Beugesehnenplastiken, wie sie in der Weltliteratur zu finden sind, zusammenzustellen.

Autor	Jahr	Anzahl der Fälle	Ergebnisse sehr gut u. gut
MOBERG	1954	130	95 %
BOYES	1955		75 %
LITTLER	1955		80 %
PULVERTAFT	1956	149	80 %+Daumen
WHITE	1956	76	51 %+Daumen
STRELI	1958	20	90 %
KELLY	1959	66	50 %
MILLER	1959		70 %
NIGST	1961	31	53 %
MÖSENEDER	1963	10	60 %+Daumen
KOGGE	1964	13	46 %+Daumen
ZRUBECKY	1965	65	53 %
TITZE	1967	98	61 %
PITZLER	1968	61	59 %
SCHARIZER	1968	92	57 %
GIERSBERG	1969	34	62 %
Eigene Fälle	1971	113	61 %

Erstaunlich sind die Erfolge von MOBERG mit 95%, STRELI mit 90%, LITTLER und PULVERTAFT mit 80%, BOYES mit 75% und MILLER mit 70% sehr guten und guten Ergebnissen. Diesen ausgezeichneten Ergebnissen, von denen in der Zeit von 1954 - 1959 berichtet wurde, folgten später im Vergleich dazu nur noch bescheidene Resultate. Außer KELLY sind es Autoren aus dem deutschsprachigen Raum, die in 46 - 62% der Fälle sehr gute und gute Ergebnisse erzielen konnten.

Die Resultate der an der Chirurg. Univ. Klinik München operierten Fälle decken sich mit den in der letzten Zeit veröffentlichten Ergebnissen. In der Vergleichstabelle sind diese Ergebnisse den Klassifizierungen der anderen Autoren angeglichen. Demnach konnten in 61% der 113 sekundären einzeitigen und zweizeitigen Beugesehnentransplantationen sehr gute und gute Erfolge erzielt werden.

Auffallend in der Statistik ist, daß sich die Ergebnisse der meisten Autoren decken. 50 - 60% aller Plastiken ergaben ein funktionell zufriedenstellendes Resultat und 15 - 20% ein noch brauchbares Ergebnis. Leider sind in fast 15 - 20% unbrauchbare Resultate zu verzeichnen.

Trotz mannigfaltigen Veränderungen und Verfeinerungen der verschiedenen Techniken ist in den Ergebnissen seit Jahren eine weitgehende Konstanz zu finden. Es gibt viele Faktoren neben der Operationstechnik, die das funktionelle Ergebnis beeinflussen.

Faktoren, welche das funktionelle Ergebnis der freien Beugesehnentransplantation beeinflußen (nach SEIFFERT).

Art und Schwere der Verletzung
Zeitpunkt und Art der Erstversorgung
Passive Beweglichkeit der Interphalangealgelenke
Sensibilität und Trophik
Nebenverletzungen an Knochen, Nerven und Gelenken
Elastizität des Muskels
Bindegewebsalter des Patienten
Art und Ausführung der Beugesehnenplastik
Operationsmethode und Operationstrauma
Art und Beschaffenheit des Transplantates
Heilverlauf (Hämatom, Infekt, Ödem, Nahtruptur)
ferner subjektive Faktoren wie: Beruf, Intelligenz
Mitarbeit und Genesungswille des Patienten

ADAMSON und WILSON kamen schon 1961 in einer Arbeit über die Geschichte der Beugesehnentransplantation zu folgendem Schluß: "Aus den vielen verschiedenen Techniken und den relativ wenigen wirklich erfolgreichen Wiederherstellungsoperationen der Beugesehnen ergibt sich, daß die ideale Methode der Beugesehnenrekonstruktion noch nicht gefunden worden ist. Das noch ungelöste Problem, einerseits eine gute Gleitfähigkeit eines Transplantates zu erreichen, während andererseits die Ernährung des Transplantates über Adhäsionen erfolgen muß, bleibt weiterhin bestehen. Wie bereits von LEXER, MAYER und BUNNELL richtig erkannt, bleibt das größte Problem der Beugesehnenchirurgie die Kontrolle der Narbenbildung." An dieser vor zehn Jahren gemachten Aussage hat sich bis heute nichts geändert.

D. Zusammenfassung

Einleitend wird die Problematik der Beugesehnenchirurgie insbesondere der Sehnenscheiden, dem Niemandsland, aufgezeigt. Danach schließen sich allgemeine Vorbemerkungen über die Anatomie der Sehnen und des Sehnengleitlagers und über die Pathophysiologie der Sehnenheilung an. Die bisherigen Versuche und Maßnahmen zur Verhütung von Sehnenverwachsungen werden ausführlich behandelt. Hierbei wird vor allem auf allgemeinchirurgische Maßnahmen und Meinungen über den postoperativen Mobilisationstermin und weiter auf die bisherigen biologischen und mechanischen Versuche der Verwachsungsverhütung eingegangen.

In einem besonderen Teil werden die an der Chirurgischen Universitätsklinik München durchgeführten Methoden der Beugesehnenwiederherstellung im Niemandsland kurz geschildert und die Frage der Wahl des Transplantates diskutiert. Danach sind die verschiedenen Klassifizierungen der Ergebnisse aus der Literatur wiedergegeben und die eigene Klassifikation wird aufgeführt.

Der spezielle Teil befaßt sich mit Nachuntersuchungen. Von den 180 Beugesehnenverletzungen an 149 Personen, die in der Zeit von 1963 - 1970 in der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München operativ versorgt wurden, konnten an 105 Patienten 132 Fälle nachuntersucht werden. Unter den nachuntersuchten Fällen befanden sich eine primäre und acht sekundäre Beugesehnennähte, 28 sekundäre einzeitige und 85 sekundäre zweizeitige Beugesehnenplastiken. An acht Patienten war eine Reinsertion und an zwei eine Arthrodese durchgeführt worden.

Nach Differenzierung des Patientengutes und der Verletzungen werden die Ergebnisse der einzelnen Reparationsarten ausführlich

beschrieben und klassifiziert. Die eine nachuntersuchte primäre Beugesehnennaht und sechs der sekundären Nähte zeigten ein gutes Ergebnis. Bei den 28 nachuntersuchten sekundären einzeitigen Beugesehnenplastiken war in 68%, bei den 85 sekundären zweizeitigen Plastiken in 61% das funktionelle Ergebnis zufriedenstellend. Die Arthrodesen brachten Funktionsverbesserungen und die Reinsertionen in vier der acht Fälle ein befriedigendes Resultat.
An Hand von Vergleichen der Ergebnisse mit verschiedenen Transplantaten wurde noch einmal zur Frage der Transplantatswahl Stellung genommen. Daß Nerven- und Gefäßläsionen das funktionelle Ergebnis beeinträchtigen, aber nicht unbedingt Kontraindikationen von Beugesehnenreparationen sind, wird an eigenen Untersuchungen dargelegt.
Die Diskussion vergleicht die verschiedenen Reparationsmethoden und erbringt den Schluß, daß die sekundäre einzeitige und die sekundäre zweizeitige Beugesehnenplastik zur Zeit die Methode der Wahl darstellt. Ferner werden die eigenen Ergebnisse mit denen anderer Autoren verglichen und die Faktoren, die das funktionelle Ergebnis beeinflußen, zusammengestellt.

E. Literaturverzeichnis

1) ADAMSON,J.E. and WILSON,J.N.: The History of Flexor-Tendon Grafting, J. BONE Jt. Surg. 43-A, 709-715 (1961).

2) BERGLJING,L.: Vascular Reactions After Tendon Suture and Tendon Transplantation. Scand. J. of Plastic and Reconstructive Surgery Supplement 4 (1968).

3) BUCHNER,H. u. E. HOFFMANN: Experimentelle Untersuchungen zum Problem der Regeneration nach Sehnennähten. Arch. orthop. Unfall-Chir. 50, 500 (1959).

4) BUCK-GRAMCKO,L.: Untersuchungen der erkrankten und verletzten Hand. Chir. Praxis 1967, 261-269.

5) -- Allgemeine Operationstechnik und postoperative Behandlung. Chir. Praxis 1967, 419-427.

6) BUNNELL,ST. u. J. BÖHLER: Chirurgie der Hand, Bd. I-II. Wien: Maudrich 1958.

7) BÖHLER,J.: Die Versorgung frischer Handverletzungen mit besonderer Berücksichtigung der Sehnenverletzungen. Bruns. Beitr. z. klin. Chir. 192, 257-282 (1956).

8) -- Gewebeverpflanzung nach Handverletzungen, Hefte der Unfallheilkunde 75, 120-123 (1963).

9) GELDMACHER,J.: Der Ninhydrintest. Chir. Praxis 1962,317-320

10) -- Technik der zweizeitigen freien Beugesehnenplastik. Chirurg 1967, 327-328.

11) GIERBERG,O. u. J. REICHMANN: Funktionelles Ergebnis der freien Beugesehnentransplantation. Chirurgia plastica et reconstructiva, Bd. 6, 1969, 47-49.

12) HOLM,C.J. and R.P. EMBICK: Primary Treatment of Tendon Injuries. J. BONE Jt. Surg. 41-A, 599-608 (1959).

13) ISELIN,M.: Die Durchtrennung der Beugesehnen im Canalis Digitalis. Verh. dtsch. orthop. Ges., 48. Kongreß, Berlin 1961. Beih. Z. Orthop. 94, 57-63 (1961).

14) ISELIN,M.: Chirurgie der Hand. Stuttgart: Thieme 1965.

15) JAMES,J.I.P.: Flexor Tendon Injuries of the Wrist and Hand. Wiederherstellungschir. u. Traum.2,55-72 (1954).

16) KELLY jr.A.P.: Primary Tendon Repairs. J. BONE Jt. Surg. 41-A, 581-598 (1959).

17) KOGGE,D.: Operativ versorgte Sehnenverletzungen der Hand. Arch. orthop. Unfall-Chir. 56, 708-738 (1964).

18) LANG,J.: Bau und Funktion des Sehnengleitgewebes. Verh. dtsch. orthop. Ges., 48. Kongress, Berlin 1960 Beih. Z. Orth. 94, 64-71 (1961).

19) LANGE,M.: Kritische Stellungnahme zur Behandlung der Beugesehnenverletzungen der Finger. Wiederherstellungschir. und Traum. 2, 73-85 (1954).

20) MASON and ALLEN: zit. nach ST. BUNNELL

21) MITTELMEIER,H.: Pathologie des Sehnengleitlagers. Verh. dtsch. orthop. Ges., 48. Kongress, Berlin 1960, Beiheft Z. Orthop. 94, 28-37 (1961).

22) -- Experimentelle Untersuchungen zur Pathologie und Verhütung der posttraumatischen Sehnenverwachsungen. Hefte Unfallheilk. 73 (1963), Beiheft z. Mschr. Unfallheilk.

23) MOBERG,E.: Behandlung frischer und veralteter Beugesehnenverletzungen in der Hand. Wiederherstellungschir. u. Traum. 2, 1-27 (1954).

24) -- Die Versorgung frischer Handverletzungen. Der Chirurg 1962, 172-174.

25) -- Dringliche Handchirurgie. Stuttgart: Thieme 1968.

26) MÖSENEDER,H.: Die operative Versorgung der Sehnenverletzungen der Hand. Klin. Med. 18, 92-93 (1963).

27) NIGST,H.: Ergebnisse der Sehnenplastiken der Hand.Langenbeck. Arch. 299, 122-125 (1961).

28) -- Zur Fage der primären Versorgung der Beugesehnenverletzungen im Niemandsland der Hand. Mschr. f. Unfallheilk. 64, 63-68 (1961).

29) PIEPER,W.: Neuere Operationstechniken in der Beugesehnenchirurgie. Chirurgia plastica et reconstructiva Bd. 6, 13-22 (1969).

30) PITZLER,K.: Probleme und Erfahrungen bei typischen freien Beugesehnenplastiken. Bruns Beitr. z. klin. Chir. 209, 464-482 (1964).

31) PITZLER,K.: Erfahrungen und Ergebnisse bei sec. freien Beugesehnenplastiken. Der Chirurg 1968, 334-337.

32) PULVERTAFT,P.G.: Tendon grafts for flexor tendon injuries in the finger and thumb. J. BONE Jt. Surg. 38-B, 175-194 (1956).

33) REHN,E.: zit. nach ZRUBECKY.

34) RETTIG,H. u. J. EICHLER: Handbuch der Plastischen Chirurg. 1967.

35) SCHARIZER,E.: Ergebnisse nach 367 Operationen an den Beugesehnen der Hand. Chirurgia plastica et reconstructiva Bd. 6, 47-49 (1969).

36) SCHINK,W.: Handchirurg. Ratgeber. Berlin:Springer 1960

37) -- Die Versorgung der verletzten Handsehnen. Chirurg 27, 469-473 (1956).

38) -- u. B.GERSBACH: Eine experimentelle Studie über die Festigkeit genähter Sehnen bei verschiedenen Nahtmethoden. Langenbecks Archiv 297, 191-235 (1961).

39) -- GEHLEN,W. u. BRÜCHLE,H.: Eine Stellungnahme zur Sehnenchirurgie und zur thermischen Kontraktion von Sehnengewebe. Mschr. f. Unfallheilk. 71, 61-68 (1968).

40) SCHMITT,K.P. u. K.E.SEIFFERT: Ergebnisse der autologen, homologen Sehnentransplantationen in der Handchirurgie. Chirurgia plastica et reconstructiva Bd. 6, 66-69 (1969).

41) SCHNEIDER,H.: Pathologie der Sehnen und des Sehnengleitlagers. Verh. dtsch. orthop. Ges., 48. Kongress, Berlin 1960, Beih. Z. Orthop. 94, 18-28 (1961).

42) SCHULITZ,K.P. u. K.WALCHER: Operative Möglichkeiten bei irreparablen Beugesehnenverletzungen. Arch. orthop. Unfall-Chir. 62, 183-198 (1967).

43) SCHWARZ,W.: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über den Aufbau und die Bilder der Sehnen. Verh. dtsch. orthop. Ges., 48. Kongress, Berlin 1960, Beiheft Z. Orthop. 94, 38-44 (1961).

44) SEYFART,H.: Zur Nachbehandlung nach Sehnentransplantationen. Verh. dtsch. orthop. Ges., 48. Kongress, Berlin 1960, Beih. Z. Orthop. 94, 103 (1961).

45) TITZE,A.: Wiederherstellung verletzter Beugesehnen an der Hand. Chir. Praxis 7, 379-392 (1963).

46) -- Die Wahl des Transplantates in der Wiederherstellungschirurgie der Beugesehnen der Hand. Mschr. f. Unfallheilk. 475-479 (1967).

47) -- u. E.SINNING: Erfahrungen und Nachuntersuchungsergebnisse nach 178 Beugesehnennähten und -plastiken. Mschr. f. Unfallheilk. 480-494 (1967).

48) VERDAN,C.E.: Primary Repair of Flexor Tendon. J. BONE Jt. Surg. 42-A, 647-656 (1960).

49) WHITE,W.L.: Secondary restauration of finger flexion by digital tendon grafts; an evaluation of 76 cases. Amer. J. Surg. 91, 662-668 (1956).

50) WILHELM,A.: Rekonstruktive Eingriffe an der Hand nach Verletzungen. Chirurg, 393-399 (1968).

51) -- Die Sehnenverletzungen der Hand. Dt. Med. Journal 22, 1319-1398 (1970).

52) ZRUBECKY,G.: Ergebnisse von 82 plastischen Beugesehnenoperationen nach einer Durchtrennung im Niemandsland. Arch. orthop. Unfall-Chirurg. 53, 93-109 (1961).

53) -- Plastischer Beugesehnenersatz im Rahmen der chirurgischen Erstversorgung. Mschr. f. Unfallheilk. 67, 115-121 (1964).

54) -- Mitteilungen über eine technische Modifikation des primär-plastischen Sehnenersatzes an den Langfingern. Mschr. f. Unfallheilk. 68, 34-41 (1965).

Herrn Prof. Dr. F. L. Rueff gilt mein Dank für die Überlassung des Themas.
Herrn Dr. K. Wilhelm danke ich für die Einführung in die Thematik, für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit und nicht zuletzt für die geduldige Durchsicht des Manuskriptes.

LEBENSLAUF

1946 30.6.	geboren in Wertheim am Main
1953-57	Volksschule in Wertheim
1957-66	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium Wertheim
1966-67	Militärdienst
1967-72	11 Semester Medizinstudium an der Universität München
1972 11.6.	Abschluß des Studiums mit dem medizinischen Staatsexamen